

#3  
4/402  
JL

11002 U.S. PTO  
10/025780



대한민국 특허청  
KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2001년 제 49444 호  
Application Number PATENT-2001-0049444

출원년월일 : 2001년 08월 17일  
Date of Application AUG 17, 2001

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

출원인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s) KOREA ELECTRONICS & TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INS



2001 년 09 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2001.08.17
【발명의 명칭】	다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치 및 그 방법
【발명의 영문명칭】	Apparatus for Forward Beamforming using Feedback of Multipath Information and Method Thereof
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	특허법인 신성
【대리인코드】	9-2000-100004-8
【지정된변리사】	변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박해천
【포괄위임등록번호】	2000-051975-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박형근
【성명의 영문표기】	PARK, Hyeong Geun
【주민등록번호】	721004-1930611
【우편번호】	302-283
【주소】	대전광역시 서구 월평3동 312번지 전원아파트 101-906
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오현서
【성명의 영문표기】	OH, Hyun Seo
【주민등록번호】	600123-1018319
【우편번호】	302-243
【주소】	대전광역시 서구 관저동 대자연아파트 107-301
【국적】	KR

**【발명자】****【성명의 국문표기】**

경문건

**【성명의 영문표기】**

KYEONG, Mun Geon

**【주민등록번호】**

551120-1057511

**【우편번호】**

305-345

**【주소】**대전광역시 유성구 신성동 대림두레아파트  
108-1404**【국적】**

KR

**【심사청구】**

청구

**【취지】**특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인  
특허법인 신성 (인)**【수수료】****【기본출원료】**

20 면 29,000 원

**【가산출원료】**

17 면 17,000 원

**【우선권주장료】**

0 건 0 원

**【심사청구료】**

13 항 525,000 원

**【합계】**

571,000 원

**【감면사유】**

정부출연연구기관

**【감면후 수수료】**

285,500 원

**【첨부서류】**

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명의 순방향 빔형성 장치는, 인가되는 기저 대역 디지털 데이터를 정합 필터링하여 역방향 다중 경로를 검출하는 탐색 수단; 상기 탐색 수단에서 검출한 다중 경로 방향을 지향하는 복수의 각도 영역을 추정하는 도래 각 범위 추정 수단; 상기 배열 안테나로 수신된 데이터를 공간 필터링하고, 단말기로부터 피드백된 데이터를 복조하는 배열 수신 및 복조 수단; 상기 도래각 범위 추정 수단이 추정한 각도 영역을 지향하는 복수의 송신 빔형성 가중치를 구하고, 상기 배열 수신 및 복조 수단으로부터 수신한 단말기 피드백 정보를 이용하여 데이터 채널을 송신할 하나의 빔형성 가중치를 선택하는 순방향 빔형성 가중치 제어 수단; 및 상기 순방향 빔형성 가중치 제어 수단이 데이터 채널 송신용으로 선택한 빔형성 가중치를 이용하여 데이터 채널을 송신하고, 상기 복수의 송신 빔형성 가중치를 순차적으로 이용하여 순방향 채널 특성 파악을 위한 제어 채널을 송신하는 순방향 빔형성 및 변조 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

**【대표도】**

도 2

**【색인어】**

FDD, CDMA, 배열 안테나, 순방향 빔형성, 배열 응답 벡터, 피드백

**【명세서】****【발명의 명칭】**

다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치 및 그 방법(Apparatus for Forward Beamforming using Feedback of Multipath Information and Method Thereof}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명에 따른 적응 배열 안테나 기지국에서 복수 개의 다중 경로 방향 중에서 하나의 방향만을 선택하여 데이터를 송신하는 방식을 설명하기 위한 일실시에 개략도,

도 2는 본 발명에 따른 적응 배열 안테나 기지국의 순방향 빔형성 장치의 일실시에 구조도,

도 3은 본 발명에 따른 적응 배열 안테나 기지국의 도래각 범위 추정기가 역방향 수신 데이터를 이용하여 신호 도래각의 범위를 추정하는 방법을 설명하기 위한 일실시에 빔패턴도,

도 4는 본 발명에 따른 적응 배열 안테나 기지국의 순방향 빔형성기 및 변조기의 일실시에 구조도,

도 5는 본 발명에 따른 기지국 시스템이 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 장치의 일실시에 구조도,

도 6은 본 발명에 따른 적응 배열 안테나 기지국의 순방향 제어 채널 및 데이터 채널 전송 형식을 나타낸 일실시에 블록도,

도 7은 본 발명에 따른 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 방법을 나타내는 일실시에 흐름도.

\*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

101 : 기지국 배열 안테나, 102 : 단말기

201 : 다중 채널 수신기 202 : 다중 채널 송신기

203, 501 : 탐색기 204 : 도래각 범위 추정기

205 : 배열 수신기 및 복조기 206 : 순방향 빔형성기 및 변조기

207 : 순방향 빔형성 가중치 제어기

401 : 확산기 402 : 코드 발생기

403 : 제어 신호 생성기 404 : 빔형성기

502 : 레이크 수신기 503 : 방향 선택기

504 : 송신기

511 : 코드 동기 추적기 및 코드 발생기

512 : 데이터 채널 상관기 513 : 제어 채널 상관기

514 : 채널값 기억부

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<21> 본 발명은 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 특히 배열 안테나를 이용하는 주파수 분할 동시 송수신 방식(Frequency Division Duplex; 이하 'FDD'라 한다)을 이용하는 코드분할 다중접속(Code Division Multiple Access; 이하 'CDMA'라 한다) 시스템 등과 같은 이동통신 환경에서 사용되는 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

<22> 배열 안테나를 이용한 이동통신 기지국 시스템은 원하는 사용자에게 대해서는 안테나 이득이 증가하여 최대 통신 가능 거리를 증대시키고, 다른 각도에 위치한 사용자에게 대해서는 안테나 이득이 감소하여 간섭 신호를 감소시키므로 시스템 용량을 증대시킨다.

<23> 일반적인 CDMA 기지국 시스템에서는 시간 지연의 차이가 한 칩 이상인 다중 경로를 코히어런트(coherent)하게 합하여 성능 향상을 얻는데 이를 다중 경로 다이버서티라고 한다.

<24> 다중 경로 다이버서티는 기존의 이동통신 시스템과 같이 기지국이 지향성이 없는 안테나로 데이터를 송신하는 경우 단말기는 하드웨어가 허용하는 범위 내에서 최대한으로 다중 경로를 검출하고 각 경로에 실린 신호를 코히어런트하게 합하게 함으로써 최적의 성능을 가지게 한다.

- <25> 이에 반하여 배열 안테나를 이용한 기지국 시스템에서는 각 다중 경로로 송신하는 신호 전력을 제어하는 것이 가능하다. 따라서 서로 다른 각도를 가지는 다중 경로에 대하여 동일한 전력을 분배하고 데이터를 송신하는 방식보다 순방향 채널 특성에 따라 다중 경로를 선택하거나 각 다중 경로에 할당하는 전력에 차등을 두고 데이터를 송신하는 방식이 더욱 향상된 성능을 제공한다.
- <26> 그러나, FDD 방식을 이용하는 이동 통신 시스템은 역방향과 순방향 주파수가 상이함으로 인하여 채널 특성이 거의 상관성이 없으므로 순방향 채널 특성 파악을 위한 별도의 기술이 필요한데, 이와 관련된 선행 기술들은 크게 세 가지로 나눌 수 있다.
- <27> 첫 번째는 기지국이 일정한 시간 간격으로 배열 안테나를 구성하는 방사 소자 개수 이상의 프로브 신호(probe sequence)들을 송신하고 단말기가 각 프로브 신호를 분석하여 얻은 채널의 시간에 따른 변화 특성을 기지국에게 피드백 해주는 방식이다. 이 방법은 느리게 이동하는 사용자에게 대해서는 비교적 정확한 순방향 채널 벡터를 추정할 수 있다는 장점이 있으나, 빠르게 이동하는 사용자에게 채널 벡터를 추적하기 위해서는 단말기 피드백 양이 증가하여 역방향 성능을 저하시킨다는 문제점이 있다.
- <28> 이와 같은 피드백 데이터를 줄이기 위한 선행 기술로써 'METHOD OF SUBSPACE BEAMFORMING USING ADAPTIVE TRANSMITTING ANTENNAS WITH FEEDBACK'이 미합중국(US) 특허 제5,634,199호에 개시되어 있다.



- <29>      상기 특허 제5,634,199호는 FDD 방식을 이용하는 CDMA 시스템에서 기지국이 순방향 채널 정보를 구하는 방법과 이를 이용하여 순방향 빔형성 가중치를 구하는 방법에 관한 것이다.
- <30>      상기 특허 제5,634,199호에서 기지국은 여러 개의 프로브(probe) 신호를 송신하고 단말기는 프로브 신호에 대한 상관 행렬을 구하여 기지국에 피드백한다. 기지국은 각 단말기별로 피드백 받은 상관 행렬을 이용하여 순방향 빔형성 가중치를 구한다.
- <31>      상기 특허는 시간에 따라 변하는 순방향 채널의 페이딩 특성 대신 일정 시간 동안 평균하여 얻은 상관 행렬을 기지국으로 피드백하므로 피드백 데이터 양을 줄이면서 기지국이 방향과 관련된 정보를 얻을 수 있으나, 빠른 페이딩(fast fading)으로 시간에 따라 변하는 채널 특성을 고려할 수 없고, 기지국이 순방향 채널 특성 파악을 위하여 다수 개의 프로브(probe)신호를 송신해야 한다는 문제점이 있다.
- <32>      두 번째는 역방향 채널 벡터의 시간에 대한 평균값을 순방향 채널 벡터의 평균값으로 활용하는 방식이다.
- <33>      일반적으로 채널 벡터는 크게 다중 경로의 방향과 관계되는 배열 응답 벡터와 기지국과 단말기 사이의 산란체에 의한 페이딩 성분으로 나눌 수 있는데, 전자는 역방향과 순방향이 거의 동일하지만 후자는 역방향과 순방향이 캐리어 주파수 차이로 인하여 상호 상관성이 없다.

- <34>      상기 방식은 역방향과 순방향 페이딩 성분을 코히어런스 시간보다 더 긴 시간동안 평균을 취하여 구한 값은 채널에서 느린 페이딩 혹은 경로 손실을 의미하고 이는 역방향과 순방향이 거의 동일하다는 점을 이용한다.
- <35>      그러나 이러한 방식은 역방향 데이터만으로 순방향 채널 특성을 추정할 수 있다는 장점이 있으나, 순방향 채널 추정 정확도를 높이기 위해서 코히어런스 시간보다 훨씬 더 긴 시간 동안 평균을 해야하므로 시간 지연이 상대적으로 크다는 것과 단말기의 이동이 없는 경우에는 직접 적용하기가 어렵다.
- <36>      또한, 시간에 따른 채널의 평균 특성을 구하므로 시간에 따라 특성이 변하는 순방향 채널환경에 적응적으로 빔형성을 수행할 수 없으므로 순방향 링크에서 페이딩 감소 효과를 기대할 수 없다.
- <37>      세 번째는 역방향에서 방향 정보만을 획득하고 빠른 페이딩 정보만 단말기로부터 피드백받는 방식이다. 이와 관련한 논문으로써 [Jinho Choi, Perreau S. and Yongup Lee, 'SEMI-BLIND METHOD FOR TRANSMIT ANTENNA ARRAY IN CDMA SYSTEM' , *IEEE Vehicular Technology Conference, Fall, 2000*, vol. 1, pp. 189-194, Sep. 2000]이 개시되어 있다.
- <38>      상기 논문은 FDD 방식을 이용하는 CDMA 시스템에서 기지국이 단말기 피드백을 이용하여 순방향 채널 정보를 구하는 방법과 이를 이용하여 순방향 빔형성 가중치를 구하는 방법에 관한 것이다.
- <39>      상기 논문은 역방향 데이터를 이용하여 배열 응답 벡터를 추정하고 페이딩 성분만 단말기로부터 피드백 받아 순방향 빔형성 가중치를 연산하는데 활용하는

방법을 제시하였다. 그러나 이 방식은 채널 전파특성에 각도 확산이 없다는 것을 전제로 하고 있어, 각도 확산이 존재하는 이동통신 채널 환경에서는 적용하기가 어렵다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <40> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 제반 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, FDD 방식의 CDMA 이동 통신 시스템에서 단말기로부터 피드백된 정보를 바탕으로 여러 다중 경로 방향 중 채널 특성이 가장 뛰어난 방향을 택일하여 신호를 송신함으로써 효율적인 데이터 통신이 이루어지도록 하는 FDD CDMA 시스템에서 순방향 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.
- <41> 또한, 본 발명은 FDD 방식의 CDMA 이동 통신 시스템에서 단말기로부터 피드백된 정보를 바탕으로 여러 다중 경로 방향 중 채널 특성이 가장 뛰어난 방향을 택일하여 신호를 송신함으로써 효율적인 데이터 통신이 이루어지도록 하는 FDD CDMA 시스템에서 순방향 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- <42> 또한, 본 발명은 FDD 방식의 CDMA 이동 통신 시스템에서 단말기로부터 피드백된 정보를 바탕으로 여러 다중 경로 방향 중 채널 특성이 가장 뛰어난 방향을 택일하여 신호를 송신함으로써 효율적인 데이터 통신이 이루어지도록 하는 기능

을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<43>      상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 주파수 분할 동시 송수신 방식(FDD) 이동 통신 시스템에서 배열 안테나를 이용하는 기지국의 순방향 빔형성 장치에 있어서, 인가되는 기저 대역 디지털 데이터를 정합 필터링하여 역방향 다중 경로를 검출하는 탐색 수단; 상기 탐색 수단에서 검출한 다중 경로 방향을 지향하는 복수의 각도 영역을 추정하는 도래각 범위 추정 수단; 상기 배열 안테나로 수신된 데이터를 공간 필터링하고, 단말기로부터 피드백된 데이터를 복조하는 배열 수신 및 복조 수단; 상기 도래각 범위 추정 수단이 추정한 각도 영역을 지향하는 복수의 송신 빔형성 가중치를 구하고, 상기 배열 수신 및 복조 수단으로부터 수신한 단말기 피드백 정보를 이용하여 데이터 채널을 송신할 하나의 빔형성 가중치를 선택하는 순방향 빔형성 가중치 제어 수단; 및 상기 순방향 빔형성 가중치 제어 수단이 데이터 채널 송신용으로 선택한 빔형성 가중치를 이용하여 데이터 채널을 송신하고, 상기 복수의 송신 빔형성 가중치를 순차적으로 이용하여 순방향 채널 특성 파악을 위한 제어 채널을 송신하는 순방향 빔형성 및 변조 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<44>      또한, 본 발명은 FDD 이동 통신 시스템에서 배열 안테나를 이용하는 기지국 시스템이 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 장치에 있어서, 기지국이 전방향성 안테나로 송출한 공동 파일럿을 정합 필터링하여 순

방향 다중 경로를 검출하는 탐색 수단; 상기 탐색 수단으로부터 수신한 다중 경로 코드 동기 정보 및 인가되는 수신 데이터를 이용하여 데이터 채널 상관값 및 제어 채널 상관값을 생성하는 복수의 평가 수단; 및 상기 탐색 수단에서 검출한 모든 다중 경로로 수신되는 제어 채널 신호 세기의 합을 시간 영역별로 구하고, 그 중 가장 큰 값에 해당하는 시간 영역 번호를 기지국에게 피드백하는 방향 선택 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<45> 또한, 본 발명은 FDD 이동 통신 시스템에서 배열 안테나를 이용하는 기지국의 순방향 빔형성 방법에 있어서, 기지국이 담당하는 섹터를 다수 개의 각도 영역으로 나누고, 각 각도 영역으로 수신되는 사용자 신호의 세기를 검출하는 제 1 단계; 검출된 다중 경로 방향으로 제어 채널 신호를 송신하는 제 2단계; 단말기로부터 피드백된 정보를 확인하는 제 3단계; 및 피드백된 시간 영역 번호에 해당하는 빔형성 가중치를 이용하여 데이터 채널을 송신하는 제 4단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<46> 또한, 본 발명은 FDD 이동 통신 시스템에서 배열 안테나를 이용하는 기지국 시스템이 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 방법에 있어서, 모든 다중 경로로 수신되는 제어 채널 신호 세기의 합을 시간 영역 별로 구하는 1 단계; 및 상기 제어 채널 신호 세기의 합 중에서 가장 큰 값에 해당하는 시간 영역 번호를 기지국에게 피드백하는 제 2단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<47> 또한, 본 발명은 FDD 이동 통신 시스템에서 순방향 빔형성 방법을 제공하기 위해 마이크로프로세서를 구비한 순방향 빔형성 장치에, 기지국이 담당하는 섹터

를 다수 개의 각도 영역으로 나누고, 각 각도 영역으로 수신되는 사용자 신호의 세기를 검출하는 제 1기능; 검출된 다중 경로 방향으로 제어 채널 신호를 송신하는 제 2기능; 단말기로부터 피드백된 정보를 확인하는 제 3기능; 및 피드백된 시간 영역 번호에 해당하는 빔형성 가중치를 이용하여 데이터 채널을 송신하는 제 4기능을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<48> 또한, 본 발명은 FDD 이동 통신 시스템에서 기지국 시스템이 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 방법을 제공하기 위해 마이크로 프로세서를 구비한 단말기의 피드백 장치에, 모든 다중 경로로 수신되는 제어 채널 신호 세기의 합을 시간 영역 별로 구하는 1 기능; 및 상기 제어 채널 신호 세기의 합 중에서 가장 큰 값에 해당하는 시간 영역 번호를 기지국에게 피드백하는 제 2기능을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<49> 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다.

<50> 배열 안테나를 이용하는 이동 통신 시스템에서 채널은 신호 방향과 시간에 따라 변하는 페이딩 성분으로 나눌 수 있다. FDD 방식에서 페이딩은 송수신 캐리어 주파수 차이로 인하여 역방향과 순방향 사이에 상관성이 거의 없으나 신호 방향은 실제 전파환경에서 산란체의 위치 등에 의해 결정되므로 페이딩 성분에 비하여 상대적으로 천천히 변하고 캐리어 주파수와는 무관하다.

- <51> 이러한 특성을 이용하여 본 발명에서 기지국은 역방향 데이터를 이용하여 구한 신호 방향과 단말기 피드백으로 구한 각 방향에 대한 페이딩 정보를 이용하여 순방향 빔형성을 수행한다.
- <52> 도 1은 본 발명에 따른 적응 배열 안테나 기지국에서 복수 개의 다중 경로 방향 중에서 하나의 방향만을 선택하여 데이터를 송신하는 방식을 설명하기 위한 일실시에 개략도이다.
- <53> 기지국 배열 안테나(101)와 단말기(102) 사이에는 시간 지연이 각각  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ 인 두 개의 다중 경로가 존재한다. 기지국은 담당하는 섹터를 다수 개의 각도 영역으로 나누고, 각 각도 영역으로 수신되는 사용자 신호의 세기를 검출할 수 있다.
- <54> 도 1과 같은 채널 환경에서 각도 영역 4와 각도 영역 5에서 신호가 검출된다고 하면, 상기 기지국은 방향별로 순방향 채널의 페이딩 특성을 파악하기 위하여 각도 영역 4(#4)와 각도 영역 5(#5) 방향으로 제어 채널 신호를 송신할 수 있다.
- <55> 이 때 상기 기지국은 단말기가 두 각도 영역을 구분할 수 있도록 시간 영역 1에서는 각도 영역 4를 지향하는 빔형성 가중치를 이용하고, 시간 영역 2에서는 각도 영역 5를 지향하는 빔형성 가중치를 이용하여 제어 채널 신호를 송신할 수 있다.

<56> 상기 단말기(102)는 하기 표 1과 같이 각 시간 영역에서 다중 경로별로 수신되는 제어 채널 신호의 크기와 위상을 구할 수 있다.  $\alpha_{ij}$ 는  $j$  번째 시간 영역에서의  $i$ 의 시간 지연을 가지는 다중 경로에 대한 채널 값을 의미한다.

<57> 【표 1】

	시간 영역 1 (각도 영역 4)	시간 영역 2 (각도 영역 5)
다중경로 1 ( $\tau_1$ )	$\alpha_{1,1}$	$\alpha_{1,2}$
다중경로 2 ( $\tau_2$ )	$\alpha_{2,1}$	$\alpha_{2,2}$

<58> 상기 단말기(102)는 각도 영역별로 채널 특성을 파악하기 위하여 하기 수학적 식 1과 같이 제어 채널 신호의 세기를 시간 영역별로 구할 수 있다.

<59> 【수학적 식 1】 
$$\beta_j = \sum_i |\alpha_{ij}|^2$$

<60>  $\beta_j$ 는  $j$  번째 시간 영역에서의 제어 채널 신호의 세기를 의미한다. 상기 단말기(102)는 첫 번째 시간 영역에서의 제어 채널 신호의 세기( $\beta_1$ )와 두 번째 시간 영역에서의 제어 채널 신호의 세기( $\beta_2$ )를 비교하여 더 큰 값을 가지는 시간 영역 번호를 상기 기지국에 피드백한다.



- <61>        기지국은 상기 피드백된 시간 영역 번호에 해당하는 빔형성 가중치를 이용하여 데이터 채널을 송신할 수 있다.
- <62>        이와 같이, 상기 단말기(102)는 시간 영역 번호를 기지국에게 피드백하므로 피드백 데이터의 양을 줄일 수 있고, 기지국은 두 개의 각도 영역 모두에 대하여 데이터를 송신하는 것보다 채널 특성이 가장 우수한 각도 영역을 택일하여 데이터 피드백한다 송신함으로써 송신 안테나 이득을 증대시키고 동시에 다른 사용자에 대한 간섭을 감소시킬 수 있다.
- <63>        또한, 본 발명의 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치는 순방향 채널 페이딩 상태에 따라 데이터 채널 송신 방향을 제어하므로 다이버서티(Diversity) 효과를 얻을 수 있다.
- <64>        즉, 도 1에서  $\Gamma_2$ 에 해당하는 다중 경로가 없다고 가정할 때, 각도 영역 4와 각도 영역 5 방향 중 채널 특성이 좋은 방향을 선택하여 데이터를 송신하면 동일한 시간 지연  $\Gamma_1$ 을 가지는 다중 경로에 대해서도 페이딩 효과를 감소시킬 수 있다.
- <65>        도 2는 본 발명에 따른 적응 배열 안테나 기지국의 순방향 빔형성 장치의 일실시예 구조도이다.
- <66>        도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 적응 배열 안테나 기지국은 다중 채널 수신기(201), 다중 채널 송신기(202), 탐색기(203), 도래각 범위 추정기(204), 배열 수신기 및 복조기(205), 순방향 빔형성기 및 변조기(206) 및 순방향 빔형성 가중치 제어기(207)를 포함하고 있다.

- <67>      상기 다중 채널 수신기(201)는 배열 안테나에서 수신한 데이터를 기저 대역으로 하향 변환한 후 디지털로 변환하는 기능을 담당한다.
- <68>      상기 탐색기(203)는 상기 다중 채널 수신기(201)로부터 수신한 기저 대역 디지털 데이터를 정합 필터링하여 역방향 다중 경로를 검출하는 기능을 담당한다.
- <69>      상기 도래각 범위 추정기(204)는 상기 기저국 배열 안테나(101)가 담당하는 섹터를 다수 개의 각도 영역으로 분할하고, 각 각도 영역에서 수신하는 사용자 신호의 세기를 측정하는 방식으로 상기 탐색기(203)에서 검출한 각 다중 경로들이 입사하는 각도 영역을 추정한 후, 이를 상기 순방향 빔형성 가중치 제어기(207)로 전달하는 기능을 담당한다.
- <70>      상기 배열 수신기 및 복조기(205)는 상기 다중 채널 수신기(201)로부터 수신한 디지털 데이터를 공간 필터링(spatial filtering)하고, 단말기 피드백을 포함한 사용자 데이터를 복조하는 기능을 담당한다.
- <71>      상기 순방향 빔형성 가중치 제어기(207)는 상기 도래각 범위 추정기(204)가 분할한 각도 영역을 지향하는 송신 빔형성 가중치를 미리 저장한 후, 상기 도래각 범위 추정기(204)가 추정한 각도 영역을 지향하는 빔형성 가중치를 상기 순방향 빔형성기 및 변조기(206)에 전달하는 기능을 담당한다.
- <72>      또한, 상기 배열 수신기 및 복조기(205)가 전달하는 단말기 피드백 정보를 바탕으로 여러 개의 빔형성 가중치 중 데이터 채널을 송신할 빔형성 가중치를 선택하는 기능을 담당한다.

- <73>      상기 순방향 빔형성기 및 변조기(206)는 상기 순방향 빔형성 가중치 제어기(207)로부터 받은 복수 개의 빔형성 가중치를 순차적으로 서로 다른 시간 영역에서 이용하여 제어 채널을 송신하고, 상기 순방향 빔형성 가중치 제어기(207)가 선택한 빔형성 가중치로 데이터 채널을 송신하는 기능을 담당한다.
- <74>      도 3은 본 발명에 따른 적응 배열 안테나 기지국의 도래각 범위 추정기가 역방향 수신 데이터를 이용하여 신호 도래각의 범위를 추정하는 방법을 설명하기 위한 일실시에 빔패턴도이다.
- <75>      도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 기지국 배열 안테나(101)는 담당 섹터를 7개의 각도 영역으로 분할하고, 각 각도 영역으로 수신되는 사용자 신호의 세기가 기준값보다 큰 값을 가지는 각도 영역을 신호 도래각 범위로 지정할 수 있다.
- <76>      이 때 각도 영역으로 수신하는 신호의 세기는 하기 수학적식 2와 같이 각 각도 영역을 지향하는 빔형성 가중치와 사용자 신호의 배열 응답 벡터(Array Response Vector)의 내적값(inner product)의 시간에 대한 평균값을 이용하여 구할 수 있다.

<77>      【수학적식 2】  $\lambda_{n,m} = E\{ \mathbf{w}_{r,n}^H \mathbf{r}_{xL,n} \}$

- <78>       $\lambda_{n,m}$ 은 특정 사용자의  $n$  번째 다중 경로 신호가  $m$  번째 각도 영역으로 수신하는 사용자 신호의 세기이다. 또한,  $\mathbf{w}_{r,n}$ 은  $m$  번째 각도 영역을 지향하는 수신

빔형성 가중치 열벡터(column vector)이며,  $\mathbf{r}_{\mathbf{w},n}$ 은  $n$  번째 다중 경로 신호에 해당하는 배열 응답 벡터로서 하기 수학식 3과 같이 구할 수 있다.

<79> **【수학식 3】**  $\mathbf{r}_{\mathbf{w},n} = E\{\mathbf{x}d_n\}$

<80>  $\mathbf{x}$ 는 역방향 수신 데이터를 나타내는 열벡터이고,  $d_n$ 은  $n$  번째 다중 경로를 통하여 수신되는 사용자 신호와 상관성이 있는 기준 신호이다.

<81> 도 4는 본 발명에 따른 적응 배열 안테나 기지국의 순방향 빔형성기 및 변조기의 일실시에 구조도이다.

<82> 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 순방향 빔형성기 및 변조기는 확산기(401), 코드 발생기(402), 제어 신호 생성기(403), 빔형성기(404) 및 벡터 합산기(405)를 포함하고 있다.

<83> 상기 제어 신호 생성기(403)는 데이터 채널 송신용으로 선택된 방향 정보와 제어 채널 비트를 생성하는 기능을 담당한다.

<84> 상기 코드 발생기(402)는  $k$  번째 사용자에게 대한 데이터 채널 코드  $C_{k,1}$ 와 제어 채널 코드  $C_{k,2}$ 를 생성하는 기능을 담당한다.

<85> 상기 확산기(401)는 송신 데이터와 상기 제어 신호 생성기(402)로부터 수신하는 제어 신호에 데이터 채널 코드  $C_{k,1}$ 와 제어 채널 코드  $C_{k,2}$ 를 각각 곱하여 두 개의 채널로 나누는 기능을 담당한다.

- <86> 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 순방향 빔형성기 및 변조기는 두 개의 빔형성기(404)를 포함하는데, 그 중 하나는 상기 순방향 빔형성 가중치 제어기(207)에서 데이터 채널 송신용으로 선택된 방향을 지향하는 빔형성 가중치와 데이터 채널을 곱하여 데이터 채널 신호 벡터를 구하는 기능을 담당한다.
- <87> 또한, 다른 하나의 빔형성기는 제어 채널 신호와 순방향 빔형성 가중치 제어기(207)로부터 수신한 복수 개의 빔형성 가중치를 순차적으로 서로 다른 시간 영역에서 곱하여 제어 채널 신호 벡터를 구하는 기능을 담당한다.
- <88> 도 1에 도시한 바와 같은 채널 상황을 예로 들면, 데이터 채널 송신은  $W_5$ 로 하고, 제어 채널 송신은  $W_4$  및  $W_5$ 를 교대로 이용한다.
- <89> 상기 벡터 합산기(405)는 데이터 채널 신호 벡터와 제어 채널 신호 벡터를 합산하는 기능을 담당한다.
- <90> 도 5는 본 발명에 따른 기지국 시스템이 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 장치의 일실시에 구조도이다.
- <91> 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 단말기는 탐색기(501), 레이크 수신기(502), 방향 선택기(503), 송신기(504) 및 다수 개의 핑거(510)를 포함하고 있다.
- <92> 또한, 본 발명의 핑거(510)는 코드 동기 추적기 및 코드 발생기(511), 데이터 채널 상관기(512), 제어 채널 상관기(513) 및 채널값 기억부(514)를 포함하고 있다.

- <93>      상기 탐색기(501)는 기지국이 송신한 제어 채널 신호를 정합 필터링하여 순방향 다중 경로를 검출하고, 상기 검출한 다중 경로의 코드 동기 정보를 상기 코드 동기 추적기 및 코드 발생기(511)에 전달하는 기능을 담당한다.
- <94>      상기 코드 동기 추적기 및 코드 발생기(511)는 상기 탐색기(501)로부터 수신한 코드 동기 정보를 이용하여 코드 동기를 계속하여 추적하면서, 데이터 채널 코드  $C_{k,s}^*(t-\tau_1)$ 와 제어 채널 코드  $C_{k,p}^*(t-\tau_1)$ 를 생성하는 기능을 담당한다.
- <95>      상기 데이터 채널 상관기(512)는 디지털 수신 데이터와 데이터 채널 코드  $C_{k,s}^*(t-\tau_1)$ 를 곱한 값을 데이터 채널 대역 확산 구간 동안 적분하는 기능을 담당한다.
- <96>      상기 제어 채널 상관기(513)는 디지털 수신 데이터에 제어 채널 코드  $C_{k,p}^*(t-\tau_1)$ 를 곱한 값을 제어 채널 대역 확산 구간 동안 적분하는 기능을 담당한다. 제어 채널로 전송되는 신호는 기지국이 데이터 채널 송신용으로 선택한 방향에 해당하는 시간 영역 번호와 사용자 파일럿으로 구성되는데, 이들은 모두 시간적으로 분리되어 있다.
- <97>      상기 채널값 기억부(514)는 상기 제어 채널 상관기(513)로부터 수신한 값을 시간 영역 별로 저장하는 기능을 담당한다. 이 때 제어 채널에 포함된 사용자 파일럿의 각 시간 영역에 대한 상기 채널값 기억부(514)의 출력은 해당 제어 채널 신호를 송신한 빔형성 가중치에 대한 순방향 채널값이 된다.
- <98>      상기 방향 선택기(503)는 상기 수학식 1과 같이 각 평거(510)의 상기 제어 채널 상관기(513)에 저장된 제어 채널 신호의 세기를 모두 합산하고, 이를 시간

영역별로 비교하여 가장 큰 값을 가지는 시간 영역 번호를 기지국에게 피드백하는 기능을 담당한다.

<99> 또한, 상기 방향 선택기(507)는 제어 채널을 복조하여 기지국이 데이터 채널을 송신하는 방향에 해당하는 시간 영역 번호를 알아내고, 상기 시간 영역 번호에 해당하는 순방향 채널값을 상기 채널값 기억부(514)로부터 읽어들이어 상기 레이크 수신기(502)로 전달하는 기능을 담당한다.

<100> 상기 레이크 수신기(502)는 상기 방향 선택기(503)로부터 전달받은 순방향 채널값을 이용하여 각 핑거(510)의 상기 데이터 채널 상관기(512)의 출력값을 코히어런트하게 합산하는 기능을 담당한다.

<101> 도 6은 본 발명에 따른 적응 배열 안테나 기지국의 순방향 제어 채널 및 데이터 채널 전송 형식을 나타낸 일실시에 블록도로서, 도 1에서 도시한 것과 같은 채널 환경에서 두 개의 신호 도래 방향 중 하나를 선택하는 경우를 예시한 것이다.

<102> 순방향 제어 채널은 다수 개의 블록들로 구성되어 있으며, 각 블록은 3개의 시간 영역으로 분할되어 있다. 각 블록의 시간 영역 0에서는 기지국이 다음 블록에서 데이터 채널을 송신할 빔형성 가중치에 해당하는 시간 영역 번호가 송신된다. 이 때 사용되는 상기 시간 영역 0에 대한 빔형성 가중치는 해당 블록에서 데이터 채널용으로 사용되는 빔형성 가중치이다.

- <103> 시간 영역 1과 시간 영역 2에서는  $W_{14}$ 와  $W_{15}$ 를 이용하여 사용자 파일럿 신호를 송신한다. 역방향 피드백은 단말기가 기지국에게 일정 주기마다 전송하는 것으로, 순방향 채널 특성이 가장 우수한 시간 영역 번호를 포함한다.
- <104> 블록 1에서는 시간 영역 2의 순방향 채널 특성이 가장 우수하므로  $W_{15}$ 를 사용하여 데이터 채널을 송신한다.
- <105> 블록 2에서는 역방향 피드백 채널에 1이 수신되었으므로 시간 영역 1의 순방향 채널 특성이 우수하다는 것을 알 수 있다. 따라서 기지국은 블록 2의 시간 영역 0에 1을 송신함으로써 단말기에게 다음 블록에서는 시간 영역 1에 해당하는 빔형성 가중치  $W_{14}$ 를 이용하여 데이터 채널을 송신할 것이라는 것을 미리 알려 준다.
- <106> 블록 2에서는 기지국이  $W_{14}$ 로 송신하는 데이터 채널을 단말기가 수신할 준비가 갖추어지지 않았으므로, 블록 1에서 사용하였던  $W_{15}$ 를 이용하여 데이터 채널을 송신한다.
- <107> 블록 3에서 기지국은 블록 2에서 예고한 대로  $W_{14}$ 를 이용하여 데이터 채널을 송신한다.
- <108> 블록 4에서 기지국은 각도 영역 5보다 각도 영역 3으로 수신되는 사용자 신호 세기가 더 큰 것을 확인하고 각도 영역 3에 대한 순방향 채널 특성을 파악하기 위하여, 시간 영역 2에서  $W_{13}$ 를 이용하여 제어 채널 신호를 송신한다. 데이터 채널은 블록 3에서와 마찬가지로  $W_{14}$ 를 이용하여 송신한다.



- <109> 도 7은 본 발명에 따른 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 방법을 나타내는 일실시에 흐름도이다.
- <110> 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 순방향 빔형성 방법은 기지국이 담당하는 섹터를 다수 개의 각도 영역으로 나누고, 각 각도 영역으로 수신되는 사용자 신호의 세기를 검출한다(701).
- <111> 기지국은 순방향 채널의 페이딩 특성을 파악하기 위하여 검출된 다중 경로 방향으로 제어 채널 신호를 송신한다(702). 이 때, 기지국은 단말기가 두 각도 영역을 구분할 수 있도록 각 각도 영역을 지향하는 빔형성 가중치를 서로 다른 시간 영역에서 이용한다.
- <112> 단말기는 모든 다중 경로로 수신되는 제어 채널 신호의 세기의 합을 시간 영역별로 구하고(711), 그 중 가장 큰 값에 해당하는 시간 영역 번호를 기지국에 피드백한다(712).
- <113> 기지국은 단말기로부터 피드백된 정보를 확인하여(703), 상기 피드백된 시간 영역 번호에 해당하는 빔형성 가중치를 이용하여 데이터 채널을 송신한다(704).
- <114> 상술한 바와 같은 본 발명의 방법은 프로그램으로 구현되는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체(씨디롬, 램, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크, 광자기 디스크 등)에 저장될 수 있다.
- <115> 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치

환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

**【발명의 효과】**

<116>       상기와 같은 본 발명은, 기지국은 배열 응답 벡터를 역방향에서 구하고 단말기에서 공동 파일럿 신호의 세기를 측정하여 구한 순방향 채널의 페이딩 특성만을 피드백 받음으로써 피드백 데이터 양을 감소시키고 단말기의 구조를 간단히 하는 효과가 있다.

<117>       또한, 본 발명은 CDMA 시스템에서 순방향 빔형성 알고리즘을 간단한 하드웨어로 구현함으로써 데이터의 빠른 송수신이 요구되는 차세대 이동통신 환경에서 자원의 활용을 극대화할 수 있는 효과가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

주파수 분할 동시 송수신 방식(FDD) 이동 통신 시스템에서 배열 안테나를 이용하는 기지국의 순방향 빔형성 장치에 있어서,

인가되는 기저 대역 디지털 데이터를 정합 필터링하여 역방향 다중 경로를 검출하는 탐색 수단;

상기 탐색 수단에서 검출한 다중 경로 방향을 지향하는 복수의 각도 영역을 추정하는 도래각 범위 추정 수단;

상기 배열 안테나로 수신된 데이터를 공간 필터링하고, 단말기로부터 피드백된 데이터를 복조하는 배열 수신 및 복조 수단;

상기 도래각 범위 추정 수단이 추정한 각도 영역을 지향하는 복수의 송신 빔형성 가중치를 구하고, 상기 배열 수신 및 복조 수단으로부터 수신한 단말기 피드백 정보를 이용하여 데이터 채널을 송신할 하나의 빔형성 가중치를 선택하는 순방향 빔형성 가중치 제어 수단; 및

상기 순방향 빔형성 가중치 제어 수단이 데이터 채널 송신용으로 선택한 빔형성 가중치를 이용하여 데이터 채널을 송신하고, 상기 복수의 송신 빔형성 가중치를 순차적으로 이용하여 순방향 채널 특성 파악을 위한 제어 채널을 송신하는 순방향 빔형성 및 변조 수단

을 포함하는 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치.

## 【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 도래각 범위 추정 수단은,

기지국이 담당하는 섹터를 다수 개의 각도 영역으로 분할하고, 상기 각도 영역을 통하여 수신되는 사용자 신호의 세기를 측정하고, 그 값이 기준값보다 큰 각도 영역을 도래각 범위로 지정하는 것을 특징으로 하는 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치.

## 【청구항 3】

제 2항에 있어서,

상기 도래각 범위 추정 수단은,

각도 영역을 통하여 수신되는 사용자 신호의 세기를 하기 수학적식과 같이 각 각도 영역을 지향하는 빔형성 가중치와 사용자 신호의 배열 응답 벡터의 내적값의 시간에 대한 평균값을 이용하여 구하는 것을 특징으로 하는 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치.

$$\lambda_{n,m} = E\{ \mathbf{w}_{r,m}^H \mathbf{r}_{xL,n} \}$$

( $\lambda_{n,m}$ 은 특정 사용자의  $n$  번째 다중 경로 신호가  $m$  번째 각도 영역으로 수신하는 사용자 신호의 세기이며,  $\mathbf{w}_{r,m}$ 은  $m$  번째 각도 영역을 지향하는 수신 빔형성 가중치 열벡터를 의미함. 또한,  $\mathbf{r}_{xL,n}$ 은  $n$  번째 다중 경로 신호에 해당하는 배열 응답 벡터로서  $\mathbf{r}_{xL,n} = E\{ \mathbf{x} d_n \}$ 에 의해 정의됨. 이 때,  $\mathbf{x}$ 는 역방향 수신

데이터를 나타내는 열벡터이고,  $d_n$ 은  $n$  번째 다중 경로를 통하여 수신되는 사용자 신호와 상관성이 있는 기준 신호를 의미함)

#### 【청구항 4】

제 1항에 있어서,

상기 순방향 빔형성 및 변조 수단은,

데이터 채널 송신용으로 선택된 방향 정보와 파일럿 비트를 생성하는 제어 신호 생성 수단;

데이터 채널과 제어 채널을 구분하는 채널 구분 코드와 사용자 구분 코드를 생성하는 코드 발생 수단;

인가되는 입력 송신 데이터에 데이터 채널 코드를 곱하여 데이터 채널을 생성하는 제 1 확산 수단;

상기 제어 신호 생성 수단으로부터 수신한 제어 신호에 제어 채널 코드를 곱하여 제어 채널을 생성하는 제 2 확산 수단;

상기 순방향 빔형성 가중치 제어 수단으로부터 수신한 데이터 채널 송신 방향을 지향하는 빔형성 가중치와 데이터 채널을 곱하여 데이터 채널 신호 벡터를 생성하는 제 1 빔형성 수단;

상기 순방향 빔형성 가중치 제어 수단으로부터 수신한 상기 도래각 범위

추

정 수단이 추정한 각도 영역을 지향하는 복수의 빔형성 가중치와 제어 채널을 순차적으로 서로 다른 시간 영역에서 곱하여 제어 채널 신호 벡터를 생성하는 제 2 빔형성 수단; 및

상기 데이터 채널 신호 벡터와 상기 제어 채널 신호 벡터를 합산하는 벡터 합산 수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 장치.

#### 【청구항 5】

FDD 이동 통신 시스템에서 배열 안테나를 이용하는 기지국 시스템이 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 장치에 있어서,

기지국이 전방향성 안테나로 송출한 공동 파일럿을 정합 필터링하여 순방향 다중 경로를 검출하는 탐색 수단;

상기 탐색 수단으로부터 수신한 다중 경로 코드 동기 정보 및 인가되는 수신 데이터를 이용하여 데이터 채널 상관값 및 제어 채널 상관값을 생성하는 복수의 평가 수단; 및

상기 탐색 수단에서 검출한 모든 다중 경로로 수신되는 제어 채널 신호 세기의 합을 시간 영역별로 구하고, 그 중 가장 큰 값에 해당하는 시간 영역 번호를 기지국에게 피드백하는 방향 선택 수단

을 포함하는 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 장치.

【청구항 6】

제 5항에 있어서,

상기 핑거 수단은,

상기 탐색 수단으로부터 수신한 순방향 다중 경로의 코드 동기 정보를 이용하여 코드 동기를 추적하고, 데이터 채널 코드와 제어 채널 코드를 생성하는 코드 동기 추적 및 코드 발생 수단;

디지털 수신 데이터와 상기 데이터 채널 코드를 곱한 값을 적분하여 데이터 채널 상관값을 생성하는 데이터 채널 상관 수단;

디지털 수신 데이터와 상기 제어 채널 코드를 곱한 값을 적분하여 제어 채널 상관값을 생성하는 제어 채널 상관 수단; 및

상기 제어 채널 상관 수단으로부터 수신한 값을 시간 영역별로 저장하는 채널값 기억 수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 장치.

**【청구항 7】**

FDD 이동 통신 시스템에서 배열 안테나를 이용하는 기지국의 순방향 빔형성 방법에 있어서,

기지국이 담당하는 섹터를 다수 개의 각도 영역으로 나누고, 각 각도 영역으로 수신되는 사용자 신호의 세기를 검출하는 제 1단계;

검출된 다중 경로 방향으로 제어 채널 신호를 송신하는 제 2단계;

단말기로부터 피드백된 정보를 확인하는 제 3단계; 및

피드백된 시간 영역 번호에 해당하는 빔형성 가중치를 이용하여 데이터 채널을 송신하는 제 4단계

를 포함하는 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 방법.

**【청구항 8】**

제 7항에 있어서,

상기 제 2단계는,

단말기가 검출한 다중 경로 방향을 구분할 수 있도록, 각 각도 영역을 지향하는 빔형성 가중치를 서로 다른 시간 영역에서 이용하여 제어 채널 신호를 송신하는 것을 특징으로 하는 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 방법.

**【청구항 9】**

제 7항에 있어서,



상기 제 2단계는,

상기 제어 채널은 기지국이 데이터 채널 송신용으로 선택한 방향에 해당하는 시간 영역 번호와 사용자 파일럿 신호로 구성된 것을 특징으로 하는 다중 경로 정보 피드백을 이용한 순방향 빔형성 방법.

**【청구항 10】**

FDD 이동 통신 시스템에서 배열 안테나를 이용하는 기지국 시스템이 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 방법에 있어서,

모든 다중 경로로 수신되는 제어 채널 신호 세기의 합을 시간 영역 별로 구하는 1 단계; 및

상기 제어 채널 신호 세기의 합 중에서 가장 큰 값에 해당하는 시간 영역 번호를 기지국에게 피드백하는 제 2단계

를 포함하는 다중 경로 정보 피드백을 이용하여 기지국이 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 방법.

**【청구항 11】**

제 10항에 있어서,

상기 제 1단계는,

하기 수학적식에 의해 시간 영역 별로 제어 채널 신호의 세기의 합을 구하는 것을 특징으로 하는 다중 경로 정보 피드백을 이용하여 기지국이 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 방법.

$$\beta_j = \sum_i |a_{ij}|^2$$

( $\beta_j$ 는  $j$  번째 시간 영역에서의 제어 채널 신호의 세기이며,  $a_{ij}$ 는  $j$  번째 시간 영역에서의  $i$ 의 시간 지연을 가지는 다중 경로에 대한 채널값을 의미함)

#### 【청구항 12】

FDD 이동 통신 시스템에서 순방향 빔형성 방법을 제공하기 위해 마이크로프로세서를 구비한 순방향 빔형성 장치에,

기지국이 담당하는 섹터를 다수 개의 각도 영역으로 나누고, 각 각도 영역으로 수신되는 사용자 신호의 세기를 검출하는 제 1기능;

검출된 다중 경로 방향으로 제어 채널 신호를 송신하는 제 2기능;

단말기로부터 피드백된 정보를 확인하는 제 3기능; 및

피드백된 시간 영역 번호에 해당하는 빔형성 가중치를 이용하여 데이터 채널을 송신하는 제 4기능

을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

## 【청구항 13】

FDD 이동 통신 시스템에서 기지국 시스템이 순방향 빔형성을 수행할 수 있도록 지원하는 단말기의 피드백 방법을 제공하기 위해 마이크로프로세서를 구비한 단말기의 피드백 장치에,

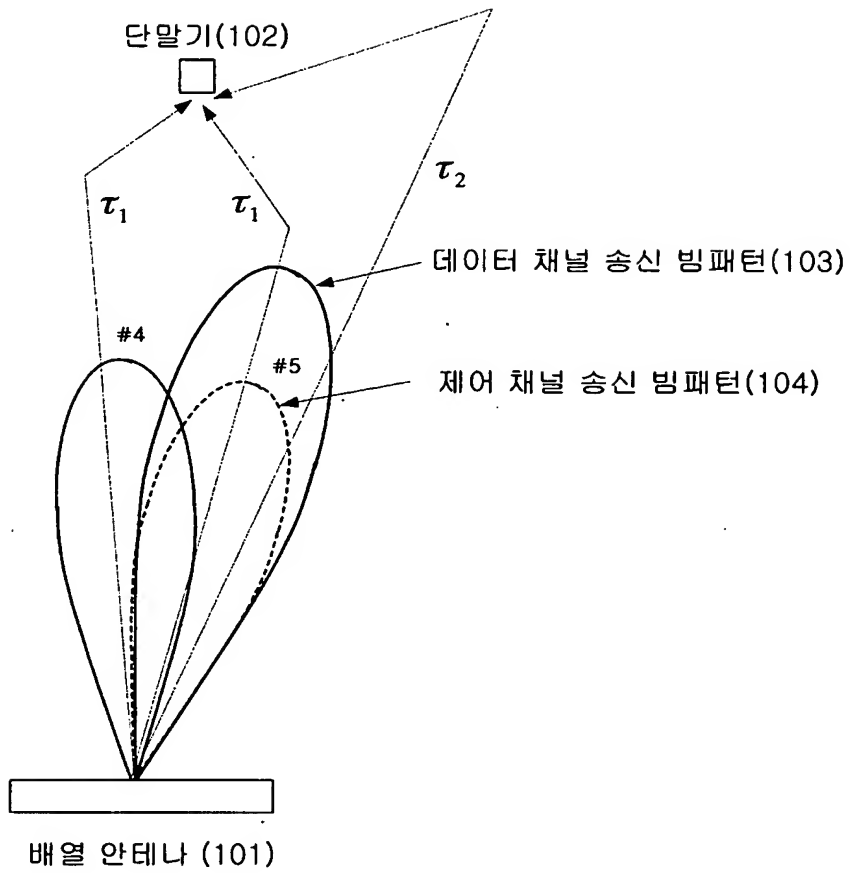
모든 다중 경로로 수신되는 제어 채널 신호 세기의 합을 시간 영역 별로 구하는 1 기능; 및

상기 제어 채널 신호 세기의 합 중에서 가장 큰 값에 해당하는 시간 영역 번호를 기지국에게 피드백하는 제 2기능

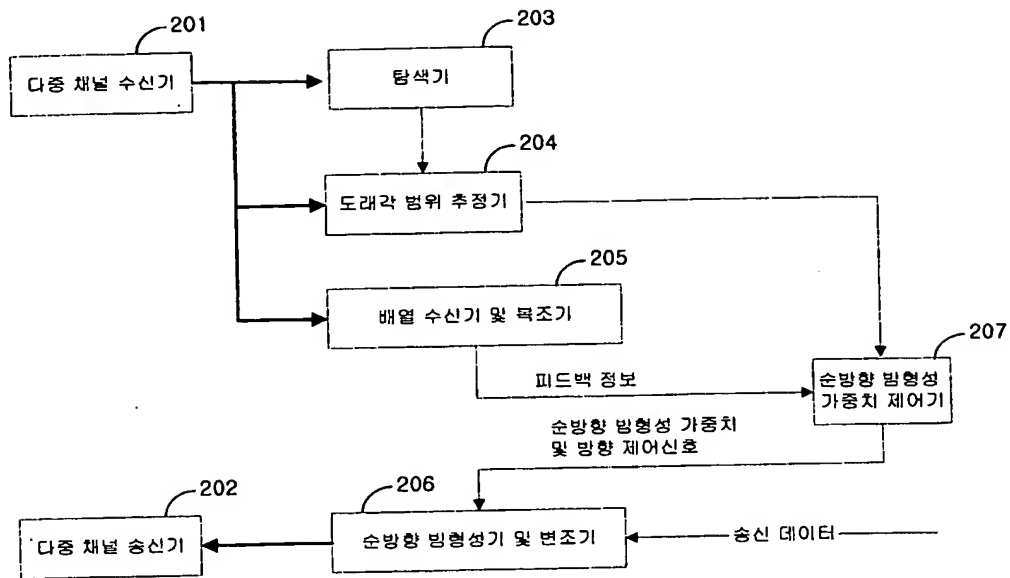
을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

## 【도면】

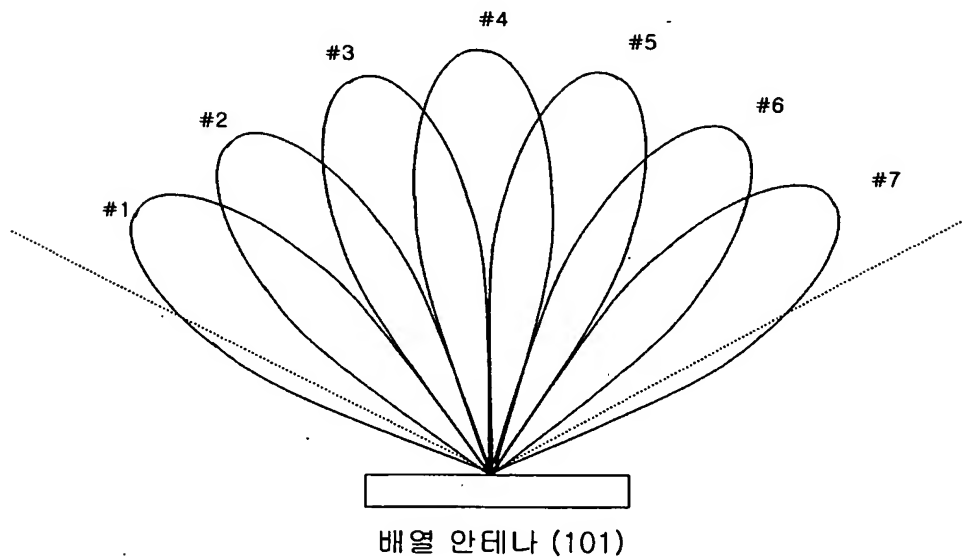
【도 1】



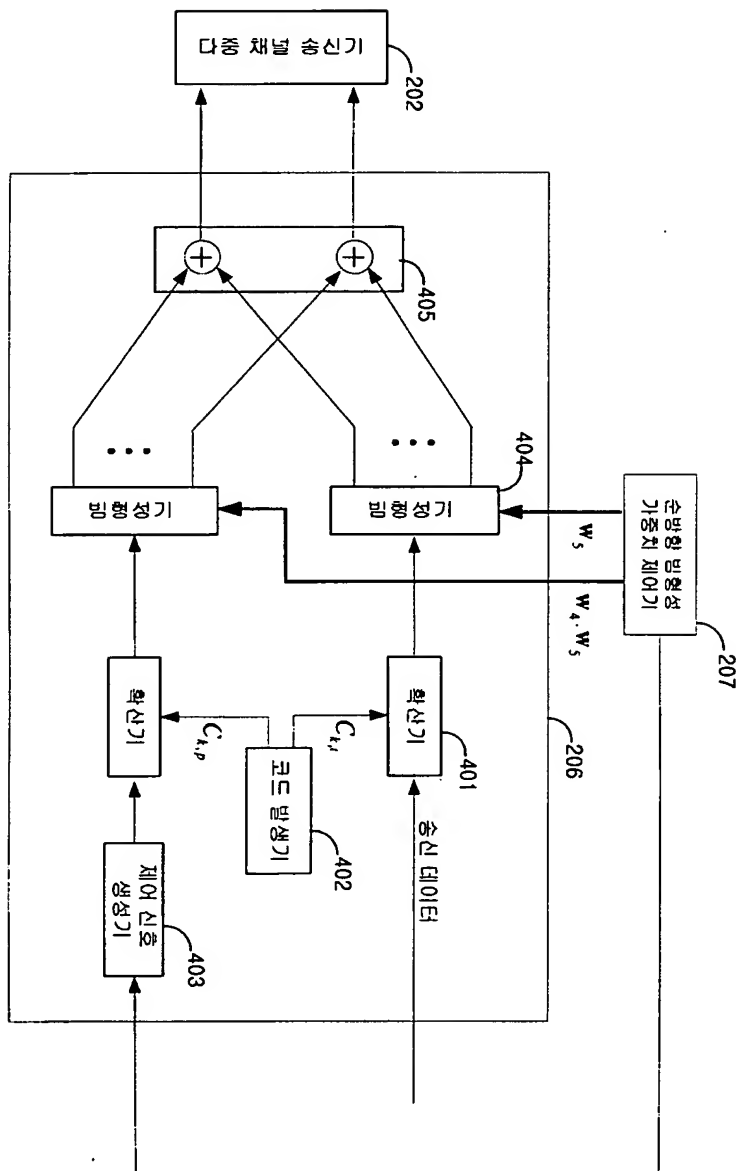
【도 2】



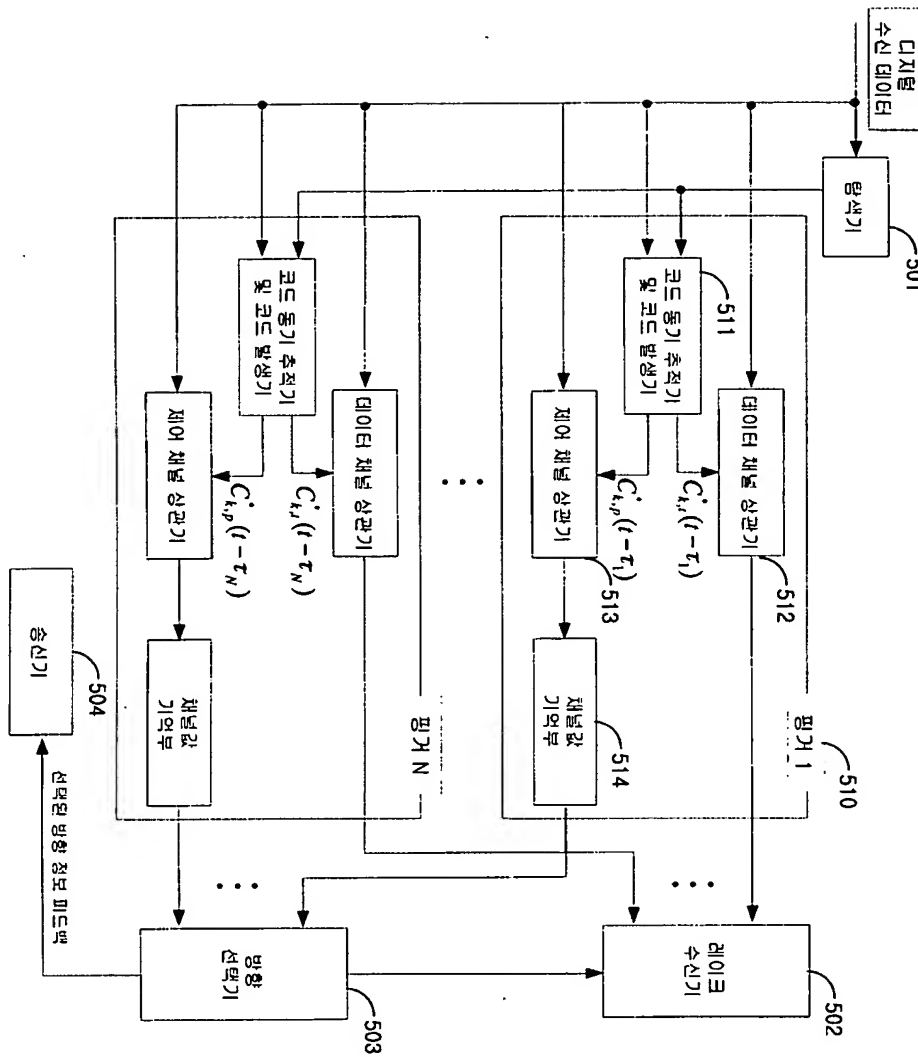
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

시간 영역

블럭 1			블럭 2			블럭 3			블럭 4		
영역 0	영역 1	영역 2	영역 0	영역 1	영역 2	영역 0	영역 1	영역 2	영역 0	영역 1	영역 2

역방향 피드백

2	1	1	1
---	---	---	---

순방향 제어 채널

2	파일럿 ( $w_{i,5}$ )	파일럿 ( $w_{i,4}$ )	파일럿 ( $w_{i,5}$ )	1	파일럿 ( $w_{i,5}$ )	파일럿 ( $w_{i,4}$ )	파일럿 ( $w_{i,5}$ )	1	파일럿 ( $w_{i,4}$ )	파일럿 ( $w_{i,5}$ )	1	파일럿 ( $w_{i,4}$ )	파일럿 ( $w_{i,5}$ )
---	----------------------	----------------------	----------------------	---	----------------------	----------------------	----------------------	---	----------------------	----------------------	---	----------------------	----------------------

순방향 데이터 채널

$w_{i,5}$	$w_{i,5}$	$w_{i,4}$	$w_{i,4}$
-----------	-----------	-----------	-----------



【도 7】

